RECHERCHES

SUR LA THÉORIE

DES

PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES

DE PHOTOGRAPHIE

DANS LE PROCÉDÉ DU DAGUERRÉOTYPE,

Par A. CLAUDET.

Quoique le procédé du daguerréotype ait été pendant les dix dernières années soumis aux investigations d'un grand nombre de physiciens, et qu'il ait atteint un haut degré de perfection par les travaux d'un plus grand nombre d'opérateurs, il semble surprenant que les principaux phénomènes, sur lesquels est fondée cette nouvelle science, soient encore enveloppés d'une mystérieuse obscurité. Mes efforts constants ont eu pour but de les expliquer, et, aux deux dernières réunions de l'Association britannique, j'ai eu l'honneur de communiquer les résultats de mes recherches.

La photographie est un champ si vaste qu'elle peut offrir une tâche utile et intéressante à beaucoup d'observateurs à la fois. J'ai eu la satisfaction de rencontrer parmi les membres de l'Association un compétiteur infatigable, qui a embrassé dans ses recherches non seulement tous les procédés de photographie, parmi lesquels quelques uns sont ses propres découvertes, mais encore les différentes propriétés de tous les rayons qni composent la lumière; questions qu'il a traitées avec beaucoup de talent et d'une manière très ingénieuse. M. Robert Hunt s'est chargé de cette tâche importante, et il s'en est acquitté avec tant de succès, que je dois me borner à cette branche particulière de la science qui se rapporte particulièrement au daguerréotype et qui a été mon occupation constante depuis sa découverte.

Les principaux phénomènes du daguerréotype qui n'ont pas encore été expliqués d'une manière satisfaisante sont ceux qui embrassent les questions suivantes :

1° Quelle est l'action de la lumière sur la couche sensible ?

2° Comment les vapeurs mercurielles produisent-elles l'image du daguerréotype ?

3° Quels sont les rayons particuliers de la lumière qui communiquent à la surface du daguerréotype l'affinité pour le mercure ?

4° Quelle est la cause, dans les objectifs achromatiques, de la différence entre le foyer visuel et le foyer photogénique ? Pourquoi existe-t-il une variation constante dans cette différence ?

5° Quels sont les moyens de mesurer l'intensité des rayons photogéniques et de trouver le foyer auquel ils produisent l'image ?

Tels sont les différents points que j'aurai à traiter dans le présent mémoire.

Publ. in English in Brit. Assoc. Adv. Sci., 35, 1841.
Read Sept. 14, 1849 at Birmingham
Extracts-Secretion, 1850
Publ: Paris, Germer Baillière, 1850.

A la dernière réunion de l'Association britannique, qui eut lieu à Swansea, j'annonçai que la décomposition de la surface de la plaque daguerrienne, par l'action de certains rayons de la lumière, produisait sur cette surface un précipité blanc, insoluble dans l'hyposulfite de soude, lequel, examiné au microscope, avait l'apparence de cristaux réfléchissant la lumière qui vus à l'œil nu, produisaient une image *positive*. Ce fait n'avait pas été observé auparavant. L'opinion de Daguerre lui-même et celle d'autres physiciens était que l'action de la lumière sur l'iodure d'argent n'avait d'autre effet apparent que celui de noircir la surface, ce qui donnait lieu à une image *négative*. Ces physiciens n'avaient pas observé que sous cet iodure d'argent noirci, une prolongation d'exposition à la lumière produisait un autre effet qui se manifestait, après le lavage à l'hyposulfite, par l'apparence d'une image positive. J'ai prouvé ce fait extraordinaire en produisant par l'action seule de la lumière et sans mercure des images ayant la même apparence que celles développées sous l'action des vapeurs mercurielles. Cet effet direct et immédiat de la lumière est certainement remarquable, mais, à cause de la lenteur de son action, le daguerréotype n'est pas fondé sur ce principe. Heureusement, longtemps avant que la lumière produise le précipité blanc que je viens de décrire, un autre effet a lieu, c'est la propriété extraordinaire d'attirer les vapeurs mercurielles. Ces vapeurs sont condensées ou amalgamées avec l'argent en une poudre blanche ayant aussi, examinée au microscope, l'apparence de cristaux brillants. La production de l'image daguerrienne est due à cette propriété qui est le plus beau caractère de l'invention de Daguerre.

M. Moser a donné une théorie assez ingénieuse de l'action du mercure. S'appuyant sur la propriété des rayons jaunes de continuer l'action de la lumière sur l'iodure d'argent, il a supposé que le mercure à l'état de vapeur évoque une lumière latente jaune, et à l'action de cette lumière jaune des vapeurs mercurielles il attribue la continuation de la décomposition de l'iodure d'argent. Mais comme l'analyse de la surface de la plaque indique la présence du mercure, ce métal s'est fixé sur l'argent après l'action de la lumière, et il faut chercher une autre explication du phénomène plus en harmonie avec sa nature.

Il paraît que la lumière exerce deux actions sur l'iodure d'argent, qu'il soit ou non combiné avec le chlore ou le brome. Par l'une, l'iodure est décomposé, et l'argent libéré est précipité à la surface à l'état de poudre blanche ayant l'apparence de cristaux; par l'autre, qui commence longtemps avant la première, les parties affectées par la lumière ont acquis l'affinité pour les vapeurs mercurielles, et ce métal se fixe sur l'argent en forme de poudre blanche ou de cristaux.

Au moyen de mon photographomètre, dont j'ai communiqué la description, le 9 octobre 1848, à l'Académie des sciences, et sur les principes duquel je vais revenir en indiquant quelques nouveaux perfectionnements, j'ai pu déterminer que la lumière pure du soleil produit, au bout de deux ou trois secondes, la décomposition du bromo-iodure d'argent qui se manifeste par le précipité blanc; tandis que la même intensité de lumière donne lieu à l'affinité pour les vapeurs mercurielles dans l'espace de temps extraordinairement court d'un millième de seconde. De telle sorte que l'affinité pour le mercure est produite par une intensité de lumière 3,000 fois moindre que celle qui détermine la décomposition qui se manifeste par le précipité blanc.

En considérant ces résultats, il est difficile de supposer que les deux actions soient les mêmes; nous devons admettre qu'elles sont différentes. Longtemps avant que la lumière puisse opérer la décomposition de la surface, elle communique à la couche sensible l'affinité pour les vapeurs mercurielles, et c'est à cette dernière action qu'est dû le principe de la formation de l'image daguerrienne.

Dans un mémoire que je communiquai à la Société royale de Londres le 17 juin 1847, et le 24 octobre suivant à l'Académie des sciences, et dont je lus un extrait à l'Association britannique réunie à Oxford la même année, je disais que les rayons, rouge, orangé et jaune détruisaient l'action de la lumière blanche, et que la surface recouvrait sa sensibilité première après avoir été soumise à l'action de ces rayons. Je conclus de ce fait curieux que la lumière n'avait pas pu décomposer la surface, car si la séparation des éléments avait eu lieu, il était difficile de comprendre comment les rayons rouge, orangé, ou jaune pouvaient réunir de nouveau des éléments aussi volatils que l'iode et le brome, après qu'ils avaient été libérés de l'argent. Mais je n'avais pas encore pu observer que lorsque la lumière a décomposé le bromo-iodure d'argent, les rayons rouge, orangé, et jaune ne peuvent plus faire recouvrer à la surface son premier état de sensibilité.

L'action de la lumière qui peut être détruite par les rayons rouge, orangé, et jaune ne détermine pas la décomposition qui exigerait une intensité 3,000 fois plus grande. Ce n'est que l'espèce d'action produite par une intensité 3,000 fois moindre et donnant l'affinité pour le mercure, qui peut être complétement détruite par les rayons rouge, orangé, et jaune.

Il semblerait donc que j'avais raison de dire qu'il n'y avait pas de décomposition pendant l'action de peu de durée qui suffit pour donner l'affinité pour les vapeurs mercurielles, et que la formation de l'image n'était due qu'à cette affinité. La lumière blanche, ou les rayons chimiques qui l'accompagnent, communiquent à la surface l'affinité pour le mercure, et les rayons rouge, orangé, et jaune détruisent cette affinité.

Je dois ici mentionner une anomalie singulière; lorsque la couche sensible est préparée seulement avec l'iode, sans brome, les rayons rouge, orangé, et jaune, au lieu de détruire l'action de la lumière, continuent l'effet de décomposition aussi bien que celui de l'affinité pour le mercure. Néanmoins il existe un double composé d'iode et d'argent qui est 20 fois plus sensible que la couche ordinaire, et sur lequel les rayons rouge, orangé, et jaune exercent leur action destructive, comme cela a lieu pour le bromo-iodure.

Le phénomène de l'action continuatrice des rayons rouge, orangé et jaune fut découvert par M. Ed. Becquerel (1), et aussitôt après M. Gaudin trouva que non seulement ces rayons continuent l'action par laquelle le dépôt de mercure a lieu, mais qu'ils développent sans mercure une image ayant la même apparence que celle produite par les vapeurs mercurielles. M. Gaudin n'ayant point, je crois, observé le fait du précipité blanc, qui est le résultat de la décomposition par l'action de la lumière, n'a donné aucune théorie de la cause de l'image développée sous l'influence des rayons rouge, orangé ou jaune.

J'ai été à même d'observer que l'iodure d'argent sans brome est à peu près 100 fois plus sensible que le bromo-iodure à l'action de la lumière, qui produit la décomposition d'où résulte le précipité d'argent, tandis qu'il est 100 fois moins sensible pour l'effet qui donne l'affinité pour le mercure. Ces faits doivent faire supposer que les deux actions sont différentes. Il est possible que dans le cas de l'iodure d'argent seul, la décomposition étant plus rapide et l'affinité pour le mercure plus lente que lorsque le brome est ajouté à la

(1) Je profite de cette occasion pour reconnaître que j'ai eu le tort, dans mon mémoire du 24 octobre 1847, de trop me hâter de mettre en doute la découverte de M. Ed. Becquerel. Malheureusement j'avais obtenu dans des circonstances exceptionnelles, des résultats différents de ceux de ce physicien, et comme je m'étais plus particulièrement attaché aux expériences sur le bromo-iodure, le seul procédé en usage, et que ces expériences étaient concluses, j'ai été porté à généraliser l'action destructive des rayons rouge orangé et jaune. De nouvelles expériences sur l'iodure seul, m'ont prouvé que M. Ed. Becquerel avait raison, lorsque l'action des rayons rouge, orangé ou jaune, ne s'exerce que sur une couche d'iode d'une certaine épaisseur.

préparation, les rayons rouge, orangé, et jaune ayant à exercer leur action sur un commencement avancé de décomposition, aient le pouvoir, par leur propre influence photogénique, de continuer la décomposition lorsqu'elle est commencée. De cette manière s'expliquerait le développement de l'image sous l'action des rayons rouge, orangé et jaune, d'après la découverte de M. Gaudin. Mais, à l'égard du bromo-iodure, les rayons rouge, orangé et jaune ne peuvent qu'exercer leur action sur l'affinité pour le mercure commencée longtemps avant la décomposition, et ils ont la propriété de détruire cette affinité.

Ainsi il paraîtrait que tous les rayons de la lumière ont la propriété de décomposer l'iodure d'argent dans un temps plus ou moins long, comme ils ont celle de produire l'affinité pour les vapeurs mercurielles sur le bromo-iodure, avec cette différence que sur le premier composé l'action séparée de chaque rayon continue celle de l'autre, tandis que sur le second composé elles se détruisent l'une l'autre. On peut comprendre que, dans le premier cas, tous les rayons sont capables d'opérer la même décomposition, et que, dans le second, l'affinité pour le mercure peut être communiquée par un rayon et détruite par un autre. Ainsi s'expliqueraient les différents phénomènes de la formation des deux dépôts que j'ai décrits, et aussi l'anomalie de la continuation de l'action de la lumière par les rayons rouge, orangé et jaune, suivant les découvertes de M. Ed. Becquerel sur l'iodure d'argent, et la destruction de cette action par les mêmes rayons, suivant mes observations sur le bromo-iodure d'argent.

Les rayons rouge, orangé et jaune, agissant seuls sur la surface sensible, sont considérablement moins capables que les rayons plus réfrangibles de communiquer l'affinité pour les vapeurs mercurielles sur l'iodure aussi bien que sur le bromo-iodure, et ils détruisent cette affinité lorsqu'elle a été produite sur le bromo-iodure par les rayons photogéniques proprement dits. Il résulte de ce fait que, lorsque les rayons rouge, orangé et jaune sont plus abondants dans la lumière que les rayons les plus réfrangibles, l'action photogénique est retardée en raison de l'excès de ces rayons antagonistes. Cet effet a lieu lorsqu'il existe dans l'atmosphère certaines vapeurs qui absorbent les rayons les plus réfrangibles. Dans ces circonstances la lumière paraît jaunâtre; mais il est très difficile d'apprécier à la vue la couleur exacte de la lumière et la quantité de rayons photogéniques existants dans l'atmosphère à un moment donné.

Les vapeurs de l'atmosphère qui rendent la lumière jaunâtre, agissent comme tout autre milieu interceptant les rayons bleus et ceux qui sont doués du même degré de réfrangibilité. Par une expérience bien simple, je puis déterminer l'action comparative des rayons qui ont traversé de semblables milieux et de ceux qui n'ont rencontré aucun obstacle de ce genre, et prouver que certains milieux qui interceptent les rayons photogéniques laissent passer librement les rayons lumineux.

Si je place un verre jaune clair sur la moitié d'une gravure pendant que j'en prends l'image dans ma chambre noire, il arrive que le temps qui a été nécessaire pour représenter la moitié non couverte, n'a produit aucun effet pour la moitié couverte par le verre jaune.

Si je couvre une moitié de la gravure avec un verre bleu foncé et l'autre comme auparavant avec le verre jaune clair, on voit très distinctement la gravure à travers le verre jaune, et l'on ne peut nullement apercevoir la partie couverte par le verre bleu.

Néanmoins, en reproduisant le tout sur une plaque de daguerrotype, on obtient un résultat tout contraire à celui que nous a donné la vision. La moitié, qui se voyait distinctement, n'a produit aucun effet sur la plaque, et celle qui était invisible à l'œil a été représentée avec presque autant de rapidité que si le verre bleu n'avait pas été interposé.

Ainsi on pourrait construire un pavillon entièrement vitré de verre jaune

clair, dans lequel les objets seraient éclairés d'une manière éblouissante, et dans ce pavillon il ne serait pas possible de faire une épreuve de photographie, tandis que si le même pavillon était vitré de verre bleu foncé, on pourrait y opérer presque aussi rapidement qu'en plein air, quoique les objets y parussent à peine éclairés. Cette propriété du verre bleu a été connue dès les premiers temps de la photographie, et on s'en servait pour protéger la vue des personnes dont on faisait le portrait, lorsque l'on était obligé de poser pendant plusieurs minutes à la lumière de soleil.

Nous pouvons donc concevoir certaines circonstances dans lesquelles l'atmosphère communiquera une grande abondance de rayons lumineux et fort peu de rayons photogéniques, et d'autres dans lesquelles le contraire aura lieu.

En considérant combien il est difficile d'apprécier à la vue seule l'état photogénique de la lumière, nous pouvons comprendre comment le photographiste est si souvent trompé dans l'effet qu'il cherche à produire, n'ayant aucun moyen de s'assurer à l'avance de l'intensité de la lumière photogénique. Cette incertitude, dont j'avais moi-même tant à souffrir, m'a engagé à chercher un procédé pour apprécier la sensibilité de la plaque daguerrienne, et en même temps pour mesurer l'intensité de la lumière photogénique.

J'ai réussi à faire un instrument que j'ai appelé *photographomètre*, et dont j'ai communiqué la description à l'Académie des sciences le 9 octobre 1848. Comme depuis cette époque j'y ai ajouté des perfectionnements assez importants, et que j'ai eu le temps de m'en servir pour des expériences de quelque intérêt, je vais rappeler en peu de mots cet instrument, et décrire les changements que j'y ai introduits.

L'appareil est représenté par la figure 1 (planche 1). La lumière frappe la plaque daguerrienne pendant la course, sur un plan incliné RR', d'une plaque métallique A. B (fig. 2), ayant sept ouvertures dont les longueurs suivent la progression géométrique 1. 2. 4. 8. 16. 32. 64, et qui sont placées sur une ligne horizontale. La plaque daguerrienne étant fixée dans une coulisse pratiquée presque au bas du plan incliné, est couverte d'une autre plaque métallique F, percée de sept trous égaux devant chacun desquels doit passer une des ouvertures de la plaque mobile. La première ouverture est de 1 millimètre, et la rapidité de la chute est calculée de manière à ce que la plus forte lumière possible ne puisse que produire la plus faible intensité capable de communiquer l'affinité pour le mercure à la partie de la plaque daguerrienne sur laquelle doit passer cette ouverture de 1 millimètre. La seconde ouverture est de 2 millimètres, la troisième de 4 millimètres, et ainsi de suite. On conçoit que le nombre d'espaces couverts de mercure après l'opération indique l'intensité de la lumière au moment de l'expérience. La figure 4 représente une plaque sur laquelle quatre expériences ont été faites. Lorsqu'on obtient sept points blancs A., la lumière est à son maximum d'intensité, elle est moitié moins intense si l'on obtient seulement six points B., quatre fois moins intense pour cinq points C., huit fois moins pour quatre points D., et ainsi de suite (1).

La plaque métallique couvrant la surface daguerrienne peut être percée de plusieurs séries de sept trous en ligne horizontale, et j'ai adopté le nombre de quatre séries, afin de pouvoir essayer à la fois quatre zones ayant des couches différentes d'iode ou de brome, et de comparer leurs différentes sensibilités.

L'appareil est double, c'est-à-dire que la plaque mobile a deux séries sem-

(1) J'ai adopté la progression géométrique parce que j'ai trouvé que les différences d'intensité dans une progression arithmétique sont imperceptibles. En comparant les effets de deux espaces se suivant, il est difficile d'apercevoir une différence bien tranchée dans la couleur donnée par le mercure, quoique chaque espace ait reçu le double de lumière de celui qui le suit immédiatement.

blables d'ouvertures progressives A. B. (fig. 2), et qu'au bas du plan incliné se trouvent deux plaques fixes ayant chacune quatre séries de trous égaux ; sous chacune de ces deux plaques fixes, on place une plaque daguerrienne. De cette manière, on peut comparer la sensibilité de deux plaques préparées chacune d'une manière différente, ou deux surfaces photogéniques de principes différents. La figure 3 représente la double plaque percée de trous destinée à recevoir les plaques d'expérience, et l'appareil au moyen duquel on les introduit dans la coulisse du plan incliné sans les exposer à la lumière. Tel était l'appareil dont j'ai communiqué la description en octobre 1848.

Au moyen de cet instrument le photographiste peut faire des expériences sur différentes préparations dans le but d'accroître la sensibilité de la plaque, afin d'adopter la meilleure. On ne peut pas avoir un moyen plus certain pour comparer la sensibilité de deux préparations. Le photographomètre m'a permis de découvrir que la sensibilité des plaques s'accroît considérablement lorsqu'elles sont conservées quelque temps après avoir été préparées. Lorsque les plaques sont préparées un jour ou deux avant d'être employées, elles sont deux fois plus sensibles que celles qui sont préparées au moment. Si on les place dans des boîtes bien fermées, à l'abri de toute humidité ou de certaines vapeurs nuisibles qui souvent existent dans l'atmosphère, on peut les conserver très longtemps, et la sensibilité ne peut qu'augmenter. J'ai employé des plaques trois ou quatre semaines, et plus longtemps encore après avoir été préparées ; je les ai trouvées extrêmement sensibles et produisant des épreuves excellentes.

Au moyen du photographomètre, j'ai pu comparer exactement la sensibilité du daguerréotype et du talbotype, et j'ai trouvé que le premier est huit fois plus sensible que le second. La préparation du daguerréotype était celle par le bromure d'iode, et le talbotype était préparé par le procédé de l'inventeur M. Talbot ; naturellement d'autres préparations doivent donner des résultats différents. La même expérience avec des résultats semblables a été faite par M. Malone, qui pratique à Londres le procédé de M. Talbot avec une grande habileté.

De toutes les préparations du daguerréotype, je suis à présent convaincu que la plus sensible est celle d'une plaque iodée jaune, et ensuite exposée sur une solution jaune-clair de bromure d'iode jusqu'à ce que la plaque ait dépassé la teinte rouge et ait atteint une couleur vert-bleu, sans la moindre apparence de rouge ou de rose. Cette préparation a en outre l'avantage de donner les tons les plus vigoureux et une teinte chaude qui est on ne peut plus favorable au portrait. Quoi qu'il en soit, le photographomètre doit déterminer d'une manière décisive quelle est la préparation la plus sensible, et nous ne serons plus exposés à l'incertitude du choix parmi les recettes sans nombre et souvent empiriques qui abondent dans tous les traités de photographie.

Les substances qui forment sur l'argent la couche la plus sensible, sont l'iode et le brome seuls ; mais il faut qu'ils soient appliqués dans une certaine proportion, dont on ne peut pas s'éloigner sans perdre le maximum de sensibilité. Il est indispensable que la plaque soit d'abord couverte d'une couche d'iode avant de recevoir l'action du brome, et il ne s'agit plus que de lui donner la proportion de cette dernière substance qui lui communique le maximum de sensibilité. Voilà toute la difficulté, et je dois dire qu'elle est grande. Si l'on expose la plaque sur les vapeurs de brome qui s'élèvent soit d'une solution d'eau, soit du brome mélangé avec de la chaux, de l'amidon ou de toutes autres substances qui n'ont d'autre but que de ralentir l'évaporation du brome, il est extrêmement difficile de s'arrêter juste au point où le brome et l'iode sont dans la proportion voulue (1).

(1) Depuis quelque temps on emploie assez généralement un mélange de brome et de chaux éteinte, formant une espèce de bromure de chaux. Ce procédé est préférable à l'eau bromée qu'il faut renouveler à chaque fois, et il offre l'avantage sur le bromure

Je considère que toutes les fois qu'on applique séparément les deux substances, il est impossible de préparer deux plaques ayant exactement la même sensibilité. Il n'en est point ainsi quand on emploie les vapeurs du bromure d'iode préparé dans une proportion fixe. Tant que la surface de la plaque absorbe de l'iode et du brome combinés dans cette proportion, à partir d'un certain point, elle peut être exposée plus ou moins longtemps, en conservant toujours le même degré de sensibilité. Ainsi, en supposant que j'aie besoin de dix minutes d'exposition sur le bromure d'iode pour arriver à la couche que je considère la plus sensible, je puis, sans m'éloigner de cette sensibilité, m'arrêter à cinq minutes d'exposition ou aller jusqu'à quinze, vingt, et même vingt-cinq minutes. En préparant une plaque de manière à ce qu'une zone soit exposée pendant cinq minutes sur le bromure d'iode, une seconde pendant dix, une troisième pendant quinze, et une quatrième pendant vingt, le photographiomètre prouve que les quatre zones ont le même degré de sensibilité. La seule différence entre l'effet de ces quatre préparations consiste dans une teinte plus ou moins favorable.

Il n'en est point ainsi quand on emploie les vapeurs de brome isolées. Si à une certaine température et à une certaine évaporation, il faut trente secondes pour préparer la plaque, on ne pourra pas impunément s'éloigner de cet espace de trente secondes, sans nuire à sa sensibilité; et si la température a varié, ou si le brome s'est affaibli, on est toujours exposé à se tromper dans le nombre de secondes nécessaires pour l'exposition sur la substance accélérative. Mais un des plus grands inconvénients de l'emploi du brome séparé, c'est le danger de ces *buées* qui résultent d'un excès de vapeurs, et auquel on n'est jamais exposé lorsqu'on se sert du bromure d'iode bien préparé et étendu d'une quantité suffisante d'eau. Si la solution est trop forte, l'évaporation a lieu d'une manière inégale, et il se produit des taches (1). Il en est de même du bromure d'iode, et il est nécessaire que les vapeurs n'arrivent à la surface d'iodure d'argent qu'étendues d'une certaine proportion d'air atmosphérique qui en modifie l'action. Le bromure d'iode présente un autre avantage bien important : c'est qu'au lieu de s'altérer par l'usage, il se bonifie, sans doute parce que, plus il s'évapore, moins il y a d'excès de brome dans la solution, le brome libre étant plus volatile que le bromure d'iode. J'ai souvent employé pendant trois mois de suite la même solution, sans la transvaser de la cuvette, et cependant par un usage constant la cuvette était souvent découverte. Je ne la remplace que lorsqu'elle est affaiblie au point d'exiger trop de temps pour préparer les plaques. Si je voulais faire certaine expérience difficile et exigeant un haut degré de sensibilité, je préférerais me servir de la solution qui aurait été le plus longtemps en usage (2).

Le perfectionnement que j'ai introduit dans les dispositions du photographiomètre consiste dans l'addition de quatre lames minces A. B. C. D. (fig. 3 et

d'iode d'une grande rapidité dans la préparation des plaques, tout en simplifiant l'attirail du photographiste voyageur. On se figure à tort que la chaux exerce une action chimique qui influe sur la sensibilité de la plaque. La chaux n'a d'autre effet que celui d'absorber une grande quantité de brome et d'en rendre l'évaporation extrêmement lente. Le bromure de chaux peut donc servir longtemps sans être renforcé de brome. Le mérite de cette invention est dû à M. Bingham, jeune chimiste anglais, qui en fit la publication dans le *Philosophical Magazine* du mois d'octobre 1846. C'est donc par erreur qu'on donne à cette utile découverte une origine américaine.

(1) Ces taches ne sont apparentes qu'après l'opération du mercure.

(2) Plusieurs recherches me portent à croire que la combinaison de brome et d'iode, qui forme la solution la plus stable et qui donne la plus grande sensibilité à la plaque, est un composé dans des proportions chimiques exactes.

Les composés suivants paraissent remplir ces conditions :

En équivalents, $Br.^7$, J^2, et en poids, 2,17 de Br. et 1 d'iode.
Id. $Br.^4$, J, id. 2,50 id. 1 id.

fig. 2) qui glissent dans l'épaisseur de la plaque fixe, et au moyen desquelles je puis fermer à volonté chacune des séries de trous; ce qui me permet de continuer par des chutes répétées la progression géométrique de 1 à 512 sur une plaque, et lorsque j'ajoute une seconde plaque de 1. à 8192. Par ce moyen, je puis comparer et étudier les différents effets de la lumière dans une série considérable d'intensités. L'opération se fait de la manière suivante: Après avoir effectué une chute avec tous les trous ouverts, on ferme la première série d'une des plaques, et l'on donne une autre chute; ensuite on ferme la seconde série, et l'on donne deux chutes, et ainsi de suite, toujours doublant le nombre de chutes pour chaque série fermée. Le résultat donne une série d'intensités dans la progression géométrique de 1 à 512; et si l'on continue la même opération sur la seconde plaque en fermant chaque rangée de trous après avoir doublé le nombre de chutes, la progression géométrique s'élève sur la seconde plaque de 512 à 8192.

C'est par ce moyen que j'ai pu découvrir, à quel degré d'intensité de lumière, commence l'effet qu'on appelle *solarisation*. Sur des plaques bien préparées avec le bromure d'iode, elle ne se manifeste pas au-dessous d'une intensité 512 fois plus grande que celle qui détermine le premier effet de mercure. Par le même moyen j'ai pu observer à quel degré commence la production du précipité blanc sans mercure sur l'iodure et sur le bromo-iodure d'argent. Elle a lieu cent fois plus rapidement sur l'iodure que sur le bromure, et sur le dernier elle est produite par une intensité 3,000 fois moindre que celle qui développe la première affinité pour le mercure.

Les lames mobiles m'ont permis d'essayer l'effet de plusieurs rayons isolés sur des plaques affectées par la lumière blanche. Pour cette expérience je ferme la moitié de tous les trous en poussant les lames à un point suffisant pour cet objet. Dans cet état je soumets la surface, qui a été affectée par un grand nombre d'intensités différentes de lumière blanche, à la radiation de verres rouges, orangés ou jaunes, ou de tout autres milieux transparents colorés, afin d'examiner l'action de ces radiations sur la moitié de chacun des effets produits par les diverses intensités de lumière. Par cette expérience, j'ai trouvé qu'avant que la lumière ait décomposé la surface et produit le précipité blanc, les rayons rouge, orangé ou jaune détruisent l'affinité pour le mercure et le continuent lorsque la décomposition a commencé.

Dans le cours de mes expériences, j'ai observé un fait curieux qui m'a beaucoup embarrassé jusqu'à ce que j'en aie pu trouver une explication. je vais le mentionner parce qu'il pourrait être la cause de quelques nouvelles découvertes. Il m'est arrivé quelquefois que les espaces de la plaque au-dessous des trous qui pendant l'expérience du photographomètre n'avaient pas été affectés par la lumière à un point suffisant pour donner lieu au dépôt de mercure, étaient restés noirs comme on devait s'y attendre, tandis que les espaces qui les entouraient étaient d'une manière inexplicable légèrement couverts de vapeurs mercurielles. D'abord je ne pouvais expliquer le phénomène qu'en supposant que toute la plaque avait été préalablement affectée par quelque lumière accidentelle, peut-être celle de la bougie dont on se sert dans le cabinet noir, et que l'exposition à travers les trous du photographomètre à une lumière différente, avait détruit le premier effet sur les espaces découverts par ces trous. J'étais naturellement conduit à adopter cette explication, ayant observé longtemps auparavant qu'une espèce de lumière détruit l'effet d'une autre; par exemple: que l'effet de la lumière du nord ou du zenith est détruit par la lumière du midi, lorsque certaines vapeurs existant dans cette région de l'atmosphère communiquent une teinte jaunâtre au soleil. J'ai prouvé ce fait extraordinaire en obtenant une image négative de la manière suivante: j'expose une plaque à la lumière du nord ou du zenith. et ensuite après l'avoir couverte d'une gravure ou d'un tulle noir, je l'expose de nouveau à la lumière jaune du midi. Les noirs de la gravure ou les fils du tulle empêchent l'action de la seconde radiation, et les espaces ainsi cou-

verts restent affectés par la première lumière, tandis que les espaces blancs du papier ou les intervalles entre les fils du tulle laissant passer la lumière jaune, ont reçu l'action destructive de cette radiation. La production d'une image négative dans ces conditions prouve évidemment l'antagonisme de certains points lumineux de l'atmosphère. La possibilité de l'existence simultanée de deux lumières antagonistes dans l'atmosphère, donne une explication probable de ces anomalies qui tourmentent si souvent les photographistes. Il est des circonstances dans lesquelles il est impossible d'obtenir une image, quelque longue que soit l'exposition de la chambre noire; on accuse la préparation de la plaque, l'état des solutions accélératives ou toute autre chose, et après tout la difficulté n'existe que dans la lumière. Souvent on n'obtient pas plus d'effet en 120 qu'en 30 secondes, car il est possible que le premier effet soit détruit par une prolongation d'exposition, ce qui doit inévitablement avoir lieu si, pendant l'exposition, des nuages ou des vapeurs ont soudainement rendu jaune la lumière du soleil. Dans ce cas les objets qui d'abord avaient réfléchi de la lumière blanche, n'ont plus réfléchi que de la lumière jaune, et cette dernière a dû détruire l'effet produit par la première, si les objets réfléchissent à la fois une lumière bleue du zenith et une lumière jaune de l'horizon méridional, les deux lumières se neutralisent ou se détruisent, et l'on ne peut obtenir aucun effet photogénique.

Pour en revenir au phénomène des espaces noirs sur un fond qui a reçu les vapeurs mercurielles, je mis le plus grand soin à ne pas exposer les plaques à la moindre lumière, je continuai les expériences et le résultat fut encore le même. Alors me rappelant un fait annoncé par M. Moser, j'acquis la conviction que l'affinité pour le mercure avait été communiquée à la plaque par le contact de la plaque métallique percée de trous, tandis que les espaces découverts par les trous n'avaient point été exposés à la même action.

Je dois observer que le phénomène que je viens d'expliquer n'a pas lieu à toutes les expériences; il y a des jours où il est très fréquent et d'autres où il ne se manifeste pas du tout. Considérant que la plaque percée de trous est de cuivre et que le daguerréotype est d'argent plaqué sur cuivre, il se pourrait que le dépôt de mercure fût dû à une action électrique ou galvanique déterminée par le contact des deux métaux; et peut-être la circonstance de l'action qui n'a pas lieu d'une manière constante, doit-elle être attribuée à la supposition de quelque état particulier de l'électricité atmosphérique, dont le courant serait accru ou diminué à travers la pile composée des plaques de métaux différents, par plus ou moins d'humidité existant dans l'air.

Si l'on avait les moyens de connaître exactement les conditions dans lesquelles cette action a lieu et d'utiliser la propriété qu'elle a de communiquer l'affinité pour le mercure, ne pourrait-on pas accroître la sensibilité de la plaque daguerrienne? Il n'est pas improbable que l'affinité pour le mercure soit communiquée par quelque influence électrique de la lumière. Comment pourrait-on expliquer autrement cette affinité communiquée par certains rayons et enlevée par d'autres, longtemps avant que la lumière ait pu opérer comme agent chimique?

La photographie est incontestablement une des plus importantes découvertes de notre siècle. A l'égard de la physique et de la chimie, elle a été un moyen d'éclaircir plusieurs points qui n'avaient pas encore été suffisamment observés, et d'en découvrir d'autres qui avaient échappé aux recherches. On a tout lieu d'attendre que l'étude de ce fait extraordinaire servira grandement aux progrès de la science; mais c'est pour ce qui a rapport à l'optique qu'elle offre un champ vaste aux recherches et aux découvertes. Si Newton avait connu les propriétés dont est douée la lumière dans les phénomènes de la photographie, on ne peut douter qu'il n'eût laissé une théorie encore plus complète de la lumière et des différents rayons qui la composent.

Depuis la découverte de la photographie, les opticiens ont tourné leur attention vers la construction de nouvelles combinaisons de lentilles capables

d'augmenter le pouvoir éclairant sans augmenter l'aberration de sphéricité. Il est juste de mentionner ici que l'opticien qui a produit les meilleurs objectifs pour la photographie, est M. Voigtlander, de Vienne, qui, dès l'année 1841, par des courbures savamment calculées, obtint une combinaison de deux lentilles achromatiques à très court foyer, tout en conservant une large ouverture à l'objectif. Ce fut un grand perfectionnement, et dès ce moment la photographie appliquée au portrait prit un essort rapide.

Les objectifs de M. Voigtlander n'ont point encore été surpassés. En Angleterre, plusieurs années après, M. Ross, opticien de grand mérite, a construit des objectifs sur un principe semblable et qui, dans tous les cas, opèrent aussi vite et donnent une image aussi parfaite. A Paris, MM. Lerebours et Secretan sont renommés pour les objetifs à longs foyers qui, pour prendre des vues, sont préférables à tous ceux que j'ai essayés (1).

Dès le commencement de la photographie, on savait que les rayons doués de l'action photogénique étant les plus réfrangibles, avaient un foyer plus court que ceux produisant la lumière blanche, et pour cette raison Daguerre lui-même recommandait l'usage des lentilles achromatiques qui étaient supposées faire converger tous les rayons à peu près au même foyer. Tous les appareils étant ainsi fournis de lentilles achromatiques, étaient construits de manière à ce que la plaque fût placée exactement à la même distance de l'objectif que celle à laquelle l'image avait paru la plus nette sur le verre dépoli. Mais avec ces appareils il était difficile d'obtenir une image photographique aussi parfaite que celle qui avait été vue sur le verre dépoli, et ce n'était que de temps en temps, comme par accident, qu'on pouvait produire des images satisfaisantes.

Je fus bientôt frappé de cette anomalie, et je m'imaginai qu'elle était due à quelque déviation dans la position respective des deux cadres, l'un contenant le verre dépoli et l'autre la plaque, occasionnée par le travail du bois ou par quelque erreur dans la construction première.

Ne pouvant assigner d'autre cause à cette erreur, je construisis une chambre noire dans laquelle le verre dépoli et la plaque étaient placés dans le même cadre. En agissant ainsi, j'esperais éviter la moindre erreur ou déviation. Mais à ma surprise, plus j'étais exact dans mes dispositions, moins je pouvais obtenir une image définie. j'acquis la conviction que je devais chercher une autre cause de la difficulté et je me décidai de suite à m'assurer si le foyer visuel coïncidait réellement avec le foyer photogénique.

Pour faire cette expérience, je plaçai à la distance de la chambre noire, à laquelle j'avais l'habitude de faire le portrait, plusieurs écrans plus ou moins rapprochés, séparés l'un de l'autre de 3 ou 4 pouces. Ces écrans étant couverts de lignes noires assez fortes pour être vues au foyer de la chambre noire, j'essayai le foyer sur l'un d'eux, et, après avoir enlevé le verre dépoli, je le remplaçai dans le même cadre par la plaque préparée. En examinant l'image obtenue sur la plaque, ma surprise fut aussi grande que ma joie, je vis que l'écran qui avait donné l'image la mieux définie, sur le verre dépoli, était confuse sur le daguerréotype, et qu'une autre, qui avait été confuse sur le verre dépoli, était d'une grande netteté sur le daguerréotype. Il n'y

(1) A mon retour de l'Association britannique, je trouvai chez moi un objectif double fabriqué dernièrement par M. Lerebours. Son ouverture est de 3 pouces et son foyer de 11 pouces. Après l'avoir essayé, je me suis empressé d'annoncer à M. Lerebours que cet objectif était excellent, qu'il opérait avec une rapidité presque égale à celle des objectifs de M. Voigtlander, quoique ayant un foyer de 2 p. un quart plus long pour une ouverture semblable et qu'il donnait une image parfaitement définie. En écrivant à M. Lerebours, je lui témoignai mon regret de n'avoir pas eu l'occasion d'essayer son objectif avant de faire mon mémoire, dans lequel je n'aurais pas manqué de lui rendre justice. Le prix de 180 francs fixé par MM. Lerebours et Secretan pour cet objectif, est bien modéré en comparaison du prix exigé jusqu'à présent par leurs habiles concurrents.

avait plus de doute, j'avais découvert la cause de la difficulté qui m'avait empêché de réussir. Le foyer photogénique ne coïncidait pas avec le foyer visuel dans ma chambre noire, quoique l'objectif fût censé parfaitement achromatique. Mais le caractère le plus surprenant de cette découverte, était que le foyer photogénique était plus long que le foyer visuel. Les rayons agissant dans la photographie étant les plus réfrangibles, au premier aspect, leur foyer aurait dû être plus court; néanmoins, quoique je ne pusse d'abord comprendre la cause de cette anomalie, il me suffisait de savoir que, pour obtenir une image daguerrienne parfaitement nette, je n'avais qu'à mettre au foyer, sur le verre dépoli, en visant sur un objet plus rapproché de la chambre noire, d'un espace correspondant à celui qui existait entre l'écran qui avait donné l'image nette sur le verre dépoli et celui qui avait donné l'image nette au daguerréotype. En continuant mes expériences, je trouvai que pour certains objectifs le foyer photogénique était plus court, et que pour d'autres, les deux foyers coïncidaient.

La figure 5 représente l'appareil que j'ai construit pour trouver le foyer photogénique, on le voit tel qu'il est représenté sur le verre dépoli et sur la plaque. Il est composé de plusieurs sections radiantes d'un cercle fixées en forme d'hélice tout autour d'un axe. Elles sont au nombre de huit et séparées l'une de l'autre de 2 pouces; chacune porte son numéro. Vues sur le verre dépoli ou représentées sur la plaque, elles forment un disque entier divisé en huit parties. Cet appareil peut servir à comparer les qualités de différents objectifs et à indiquer ceux qui donnent l'image la plus distincte d'un plus grand nombre à la fois de plans séparés, qualité bien importante pour la représentation d'objets dont les diverses parties sont sur des plans plus ou moins éloignés.

La figure 6 représente l'appareil vu sur un aspect incliné, afin d'en faire mieux comprendre la construction.

Aussitôt que j'eus découvert l'existence des deux foyers, je fis une communication de ce fait à l'Académie des sciences et à la Société royale de Londres en mai 1844. Depuis cette époque, les photographistes ont pu trouver le foyer photogénique de leurs appareils, et les opticiens, qui d'abord ne pouvaient se soumettre à l'idée que leurs objectifs étaient fautifs, ont fini par examiner et étudier la question, en cherchant à construire des objectifs dans lesquels les deux foyers pussent coïncider.

M. Lerebours de Paris, fut le premier qui, d'après mes suggestions, s'occupa de cette question. Il communiqua bientôt après un Mémoire à l'Académie des sciences, dans lequel il expliquait la cause de la différence. Il annonça qu'en modifiant les proportions des angles inscrits dans les courbures soit du verre convexe, soit du verre concave, il pouvait à volonté rendre le foyer photogénique plus long ou plus court que le foyer visuel, et par la même raison les faire coïncider.

M. Lerebours avait parfaitement raison en tant que le résultat s'appliquait à la correction de l'aberration chromatique; mais si, suivant la densité des deux verres, on a besoin de certaines courbures pour corriger l'aberration de sphéricité, peut-on sans danger modifier ces courbures dans le seul but de changer la direction des rayons les plus réfrangibles? Pour cette raison, j'ai toujours préféré les objectifs dans lesquels l'aberration de sphéricité était le plus parfaitement corrigée, sans m'inquiéter si les rayons photogéniques coïncidaient ou non avec les rayons visuels, ayant les moyens de m'assurer comment je pouvais obtenir sur la plaque daguerrienne une image de la plus grande netteté. Une autre considération me fait persister dans cette opinion. Ayant observé que les rayons rouge, orangé, et jaune s'opposent à l'action des rayons photogéniques lorsqu'ils existent dans une certaine proportion (1), j'ai lieu de croire que toute combinaison, par laquelle les

(1) M. Lerebours a lui-même constaté ce fait décisif, qu'une image formée par des

rayons photogéniques sont seuls condensés sur la plaque et les autres dispersés sur les espaces plus ou moins éloignés des points photogéniques, rend l'action beaucoup plus puissante. La rapidité étant le principal objet dans la photographie, je préfère les objectifs dans lesquels les deux foyers sont séparés quoique l'opération soit un peu plus difficile et exige une grande attention.

La question du foyer photogénique est encore enveloppée d'une autre espèce de mystère qui demande un certain examen. J'ai trouvé que les mêmes objectifs sont soumis à une variation constante dans la distance qui sépare les deux foyers. Ces foyers ne sont jamais dans le même rapport ; quelquefois, ils sont plus séparés, et d'autres fois ils le sont moins. Avec certaines lumières, ils se trouvent très éloignés l'un de l'autre, et avec d'autres, ils sont très rapprochés ; souvent même ils coïncident. Je suis donc obligé de chercher toujours leur position avant d'opérer. Il m'a été impossible jusqu'à présent, de découvrir la cause de ce singulier phénomène, mais je crois pouvoir affirmer qu'il existe. Je pensai d'abord que quelques variations dans la densité ou dans le pouvoir de dispersion de l'atmosphère étaient capables de modifier la distance entre les deux foyers, ou que lorsque les rayons jaunes sont plus ou moins abondants, la lumière est reportée sur différents points de l'axe des foyers, suivant la refrangibilité moyenne des rayons composant la lumière blanche à un moment donné. Mais de nouvelles expériences m'ont prouvé que telle ne pouvait pas être la cause unique de ces variations ; généralement, j'emploie deux objectifs, l'un à court foyer pour les petits portraits et l'autre à long foyer pour les plus grands. Ces deux appareils ont le foyer photogénique plus long que le foyer apparent. Or, il est des conditions dans lesquelles, si les deux foyers coïncident dans un appareil, ils se trouvent très séparés dans l'autre, et il existe des circonstances dans lesquelles les deux foyers coïncident dans les deux appareils. J'ai fait cette épreuve tous les jours pendant les douze derniers mois et j'ai trouvé toujours les mêmes variations. La densité de l'atmosphère et la couleur de la lumière ne peuvent donc pas être la seule cause du phénomène, car les mêmes conditions devraient produire le même effet dans chacun des appareils.

Je dois faire observer que mes expériences sur ces deux objectifs sont toujours faites au même moment et à la même distance de l'objet ; autrement, tout changement dans la longueur du foyer aurait pour effet de disperser plus ou moins les rayons photogéniques et il est facile de prouver qu'il doit en être ainsi. Tout changement dans la longueur du foyer, suivant la distance de l'objet qu'on a à représenter, a pour effet de modifier l'achromatisme des objectifs. Un opticien suivant M. Lerebours peut à volonté, dans la combinaison des deux verres formant une lentille achromatique, adopter pour chaque, des courbures telles que les deux foyers pourront coïncider ; mais il ne peut obtenir ce résultat pour une certaine longueur de foyer. Si la distance de l'objet change, les deux foyers se séparent ou se rapprochent parce que les rayons visuels et les rayons photogéniques doivent être réfractés à des angles différents en sortant de l'objectif, pour se réunir au foyer donné pour une distance de l'objet. Si la distance change, le foyer devient plus ou moins long, et comme l'angle auquel les différents rayons sont réfractés à la sortie de la lentille, reste à peu près le même, ils ne peuvent plus se rencontrer au nouveau foyer et ils forment deux images. Il faudrait que les rayons visuels et photogéniques fussent réfractés parallèles l'un à l'autre en sortant de l'objectif pour coïncider à chaque foyer. Mais il n'en est point ainsi (1). Il semble donc bien difficile de construire des objectifs dans les-

rayons bleu indigo et violet, se forme moins vite si l'on ajoute à celle-ci de nouvelles images formées par des rayons rouge, orangé, jaune, vert. (*Traité de Photog.*, 1846, Lerebours et Secretan.)

(1) Depuis la publication de ce mémoire, M. Secretan a bien voulu me communi-

quels les deux foyers coïncident pour toutes les distances d'objets, jusqu'à ce qu'on ait découvert deux espèces de verres dans lesquels les densités ou le pouvoir de refraction soient en rapport exact avec leur pouvoir de dispersion.

Il n'y a pas de questions plus importantes en photographie que celle qui a rapport aux moyens de s'assurer du foyer exact de chaque objectif pour toutes les différentes distances. J'ai décrit la méthode que j'ai adoptée à cet effet. Au moyen de cet appareil bien simple, le photographiste peut toujours obtenir une image nette et définie avec toute espèce d'objectif. Mais il est une autre méthode de découvrir la différence entre les deux foyers inventée dernièrement par M. G. Knight, de Londres. L'inventeur a bien voulu me communiquer l'appareil ingénieux au moyen duquel il peut déterminer l'exacte différence entre les deux foyers, et placer la plaque au point où le foyer photogénique existe. Je suis charmé d'avoir été chargé, par M. Knight, de mettre son invention sous les yeux de l'association. Pour les recherches scientifiques, l'appareil de M. Knight sera d'une grande utilité dans les mains de l'opticien, parce qu'il lui permettra d'étudier les phénomènes avec une exactitude mathématique.

L'appareil consiste dans un cadre MN ayant deux rainures ; l'une verticale AB, destinée à recevoir le verre dépoli, et l'autre CD formant un angle avec la première, dans laquelle on place la plaque. Les deux rainures se croisent au milieu 0. Après avoir ajusté le foyer sur le verre dépoli dans sa position verticale, on l'enlève, et l'on glisse la plaque dans la rainure inclinée. Si l'on a copié une grande affiche, elle sera représentée sur la plaque : on conçoit que dans son inclinaison la plaque rencontrera sur chacun de ses points un foyer différent. Le centre 0 ou le point d'intersection des deux plans AB, CD (fig. 2 et 3), coïncidera avec le foyer visuel trouvé sur le verre dépoli, et, par l'inclinaison, il se trouvera au-dessus du centre de la plaque un point plus ou moins éloigné qui indiquera le foyer photogénique s'il est plus long que le foyer visuel, et au-dessous du centre s'il est plus court. Le cadre est muni sur un côté d'une échelle divisée, dont le zéro est au milieu, qui indique les différentes ordonnées des deux angles formés par l'intermédiaire des deux plans ; et quand on a déterminé celle qui indique le foyer photogénique, on n'a plus qu'à faire mouvoir le tube de l'objectif pour le rentrer ou le faire sortir d'un espace égal à l'ordonnée indiquée par l'échelle divisée. Le tube de l'objectif est, à cet effet, marqué de divisions semblables à celles de l'échelle du cadre de la plaque.

On pourrait simplifier l'appareil assez compliqué de M. Knight, en ayant un cadre incliné dans la chambre noire qui recevrait le verre dépoli et la plaque, et l'on ajusterait le foyer sur le milieu du verre dépoli.

Depuis la communication du présent Mémoire à l'Association britannique, j'ai appris qu'il avait donné lieu à plusieurs remarques qui m'engagent à ajouter quelques observations pour y répondre.

Lorsque j'annonçai que dans les objectifs achromatiques le foyer photogénique ne coïncidait pas avec le foyer visuel, ce fait fut nié non seulement par la plupart des photographistes, mais encore par plusieurs opticiens. Ces derniers, dans tous les cas, ne paraissaient pas en avoir la moindre idée, car ils n'auraient pas manqué de le dire en vendant leurs appareils, et d'indiquer quelques moyens pour corriger l'erreur. Quoique j'aie publié ce fait en 1844, en donnant une méthode bien simple pour trouver le foyer exact, ce qui devait prouver en même temps la vérité de ma découverte ; néanmoins, longtemps après cette époque, on vendait des appareils sans aucune indication qu'il existait une différence entre les deux foyers. Ce n'est que de-

quer une formule algébrique qui prouve l'exactitude de mes observations pratiques. Charmé de m'appuyer sur les connaissances mathématiques de cet habile opticien, je crois devoir publier la note qu'il m'a adressée (voir p. 15).

puis fort peu de temps que quelques opticiens, et notamment M. Voigtlander, ont établi sur le tube de leurs appareils des repères indiquant de combien le tube doit être allongé ou rentré pour compenser l'erreur du foyer photogénique pour chaque distance de l'objet, après avoir ajusté le foyer apparent dans la chambre obscure sur le verre dépoli. Mais je n'ai pas besoin de faire remarquer combien ce système est sujet à erreur, après avoir prouvé que, par quelque cause inconnue, la différence entre les deux foyers varie constamment. Je sais que ce fait a été reçu avec incrédulité, je sais qu'il est nié par des personnes qui n'ont même pas pris la peine de faire une seule expérience. Il y a des photographistes qui se contentent de dire que comme ils obtiennent *toujours* des images bien définies sans avoir à modifier leur mode ordinaire d'ajuster le foyer, la variation que je mentionne ne peut pas exister.

Je réponds simplement : les images que ces photographistes considèrent comme parfaitement définies, le sont-elles réellement ?

Je conviens que, sans avoir égard à la différence des foyers, on peut souvent obtenir des images suffisamment nettes; mais certainement cela ne peut avoir lieu que lorsque, suivant la loi dont j'ai parlé, et par d'autres causes, la différence est à son minimum, ou que les deux foyers coïncident.

Moi-même, avant d'avoir découvert l'anomalie en question, je n'étais pas sans produire des images tout à fait irréprochables, mais certainement j'étais plus exposé que je ne le suis maintenant à des manques de réussite dont je ne pouvais comprendre la cause.

Je dois faire remarquer que l'espace photogénique du spectre solaire produit par la dispersion des verres est plus ou moins long, suivant la qualité de la lumière et son intensité. Cette dispersion dépend aussi de la matière qui compose les verres. Il est donc des circonstances dans lesquelles cette dispersion est à son minimum, et alors il y a moins de différence entre les deux foyers. Dans ces circonstances, si l'on prend l'image de l'appareil destiné à trouver les foyers, chacun des écrans paraît net, et, comme du premier au dernier il y a un espace de 12 pouces, il en résulte que si l'on n'a pas ajusté le foyer exactement au point où l'image photogénique paraît le plus nette, néanmoins on obtiendra une image passable sur la plaque daguerrienne. C'est donc principalement lorsque la dispersion est à son maximum qu'il est de la plus grande importance de se servir de l'appareil destiné à indiquer le foyer exact, et, si l'on néglige cette précaution, on sera souvent exposé à ne pas réussir.

Je dois faire remarquer que la variation entre les foyers et leur séparation devient de plus en plus insensible, suivant qu'on emploie les diaphragmes qui diminuent le plus l'ouverture de l'objectif. Par ces diaphragmes, on rend tous les rayons plus parallèles, et évidemment on évite les doubles images, tous les foyers se rapprochant de la coïncidence.

La nécessité d'essayer les foyers existe donc plus particulièrement lorsqu'on veut opérer vite et pour cela avec toute l'ouverture de l'objectif.

Après tout ce que j'ai dit, s'il se trouve encore des incrédules, je leur conseille de se construire un appareil semblable à celui que je viens de décrire pour essayer le foyer de leur objectif : chaque opérateur peut en établir un sans beaucoup de frais, et, après une seule expérience, il sera convaincu.

A. Claudet.

M. Secretan a bien voulu nous communiquer la note suivante :

Il me paraît aisé d'expliquer par le calcul pourquoi dans un objectif daguerre double, il peut arriver que la distance entre les foyers chimique et visuel non seulement varie suivant l'éloignement de l'objet, mais encore devienne nulle pour une position particulière de ce même objet et puisse enfin avoir lieu en sens inverse.

Remarquons d'abord que si, dans un objectif double, il y a un foyer chimique et un foyer visuel, séparés l'un de l'autre, il en résulte que pour les rayons photogéniques l'indice de réfraction des verres n'est pas le même que pour les rayons visuels ordinaires; de là résulte nécessairement que chacun des objectifs qui compose le système double, a deux foyers comme le système lui-même. Bien plus, comme nous l'avons remarqué dans plusieurs systèmes doubles de Woigtlander, les objectifs n'étant pas séparément achromatiques, quoique leur ensemble le soit, il doit en résulter que dans chaque objectif isolé, les distances des deux foyers doivent être plus grandes que celles du système et de plus avoir lieu en sens inverse.

Au moyen de cette remarque l'anomalie mentionnée plus haut s'explique aisément. En effet, si l'on désigne par p et p' des distances focales principales, visuelles et chimiques, du premier objectif (celui qui est tourné vers les objets), et par q et q', les mêmes choses pour le second objectif, soit d la distance fixe qui les sépare; enfin, soit β et β' les distances de la plaque à la surface voisine (du système des verres), quand cette plaque est mise d'abord au foyer visuel, puis au foyer chimique; désignant par a la distance de l'objet à la surface antérieure du système, la théorie des lentilles (en considérant chaque objectif du système comme étant sans épaisseur) donne les équations suivantes :

$$\beta = \frac{\{(p-d)a + pd\}q}{(p+q-d)a - p(q-d)}\ ;\ \beta' = \frac{\{(p'-d)a + p'd\}q'}{(p'+q'-d)a - p'(q'-d)}$$

Si l'on égale les valeurs de β et β', on aura une équation du second degré par rapport à a, qui, pour des valeurs convenables de p, p', q, q' et d, donnera des valeurs réelles pour a, et dont l'une sera positive. Dans un objectif double où ces valeurs de p, p', q, q' et d seront réalisées, la distance $\beta - \beta'$ (ou celle des deux foyers) sera nulle pour la valeur de a réelle et positive déterminée par l'équation, et pour une valeur plus grande ou plus petite que celle-là la distance des deux foyers $\beta - \beta'$ changera de signe.

Supposons par exemple un objectif double pour lequel on aurait

$$p = 4\ ;\ p' = 6\ ;\ q = 6\ ;\ q' = 4\ ;\ d = 1\ ;$$

on trouvera :

$$\beta = \frac{18a + 24}{9a - 20}\ ;\ \beta' = \frac{20a + 24}{9a - 18}\ ;$$

ces valeurs donnent :

pour	$a = 3$;	$\beta = 11,14$;	$\beta' = 9,33$;
	$a = 4$;	$\beta = 6$;	$\beta' = 5,77$;
	$a = 5$;	$\beta = 4,56$;	$\beta' = 4,59$;
	. . . . .	. . . . .	. . . . .
	$a =$ infini;	$\beta = 2$;	$\beta' = 2,22$;

on voit donc que pour $a = 3$, β est plus grand que β'; que pour $a = 4$, β est encore plus grand que β', et que leur différence est plus petite; que pour $a = 5$, β est plus petit mais presque égal à β'. Depuis cette valeur de a jusqu'à l'infini, cette différence reste dans le même sens et va en croissant.

L'exemple actuel présente donc l'anomalie signalée au commencement de cette note, et quoique les valeurs des données aient été prises à peu près arbitrairement, il ne doit pas être rare de trouver des objectifs où des données analogues conduiraient à des résultats semblables.

Sans doute la théorie ci-dessus suppose les objectifs excessivement minces, circonstance qui n'est pas réalisée dans la pratique; mais cela ne change pas la loi que donne la formule, et produirait seulement des valeurs numériques un peu différentes de la réalité.

PARIS. — IMPRIMERIE DE L. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

Librairie de Germer Baillière.

Atlas de zoologie, ou Collection de 100 planches comprenant 257 figures d'animaux nouveaux ou peu connus, classés d'après la méthode de M. DE BLAINVILLE, avec une explication par M. Paul GERVAIS (ouvrage complémentaire des Dictionnaires et des Traités d'histoire naturelle), 1841. 1 vol. in-8. Figures coloriées. 30 fr.

BOUCHARDAT. — Cours des sciences physiques, 4 vol. grand in-18 avec figures. 12 fr.

On vend séparément :

— **Physique**, avec ses principales applications, 1 vol. grand in-18 de 500 pages, avec 106 figures intercalées dans le texte. 1850, 3e édit. 4 fr. 50 c.

— **Chimie**, avec ses principales applications aux arts et à l'industrie. 1 vol. grand in-18 de 600 pages, avec 64 figures. 1848, 3e édit. 3 fr. 50 c.

— **Histoire naturelle**, contenant la zoologie, la botanique, la minéralogie et la géologie, 2 vol grand-18 de 700 pages, avec 308 figures intercalées dans le texte. 1844. 7 fr.

— **Atlas botanique**, composé de 21 planches représentant 56 planches, pour servir de complément à l'**Histoire naturelle**. Prix : Figures noires, 2 fr. 50 c. — Figures coloriées 5 fr.

DE CANDOLLE. — Organographie végétale, ou Description raisonnée des organes des plantes. 2 vol. in-8, avec 60 planches représ. 422 fig. 12 fr.

PELLETAN. — Traité élémentaire de physique générale et médicale, par P. PELLETAN, professeur de physique à la Faculté de médecine de Paris, 3e édition. 1838, 2 vol. in-8, avec figures. 14 fr.

PERSON. — Éléments de physique, par le docteur PERSON, agrégé de la Faculté de médecine de Paris, agrégé de l'Université, professeur de physique à la Faculté des sciences de Besançon, etc. 1836-1841, 2 vol. in-8 de 1210 pages, avec un atlas in-4 de 675 figures. 12 fr.

SALACROUX. — Nouveaux éléments d'histoire naturelle, comprenant la zoologie, la botanique, la minéralogie et la géologie 1839, 2 vol. in-8 de 1,500 pages, avec 450 figures. 17 fr

---

On trouve chez MM. Lerebours et Secretan.

Galerie microscopique. Traduction du **Microscopic Cabinet de M. Pritchard**, augmentée de notes, par N.-P. LEREBOURS. 6 fr.

Cet ouvrage, outre un grand nombre de clichés, est enrichi de 12 superbes planches gravées à Londres. Il renferme une foule de faits intéressants sur les mœurs des insectes aquatiques, leur description, la manière de se les procurer et de les conserver; il est suivi d'une instruction pratique sur tout ce qui concerne la micrographie Les figures de 1 à 23 de la planche XII représentent sous une très forte amplification les poils, plumes et écailles de divers insectes et animaux (*test.*). Plusieurs de ces figures exigent une loupe pour en voir les détails.

Instruction pratique sur les microscopes, par N.-P. LEREBOURS, 4e édition, avec planche gravée sur acier. 2 fr.

Traité de photographie, 5e édition, entièrement refondue, contenant tous les perfectionnements trouvés jusqu'à ce jour, appareil panoramique, différence des foyers, gravure FIZEAU, etc., par LEREBOURS et SECRETAN. 3 fr.

Des papiers photographiques. Procédé de M. BLANQUART-ÉVRARD et autres, avec notes de N.-P. LEREBOURS. 1 fr.

Historique et description des procédés du daguerréotype et du diorama, rédigés par M. Daguerre, ornés du portrait de l'auteur. 1839. 1 fr. 50 c.

Daguerréotypie de J. Thierry. Franches explications sur l'emploi de sa liqueur invariable. 3 fr.

Fig. 3.

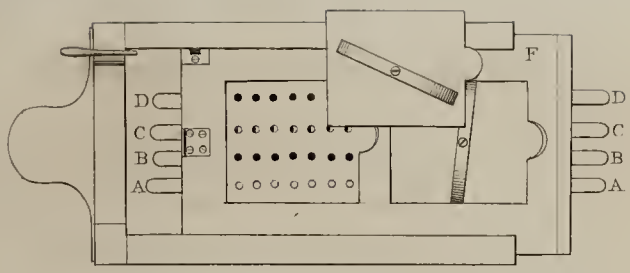


Fig. 1.

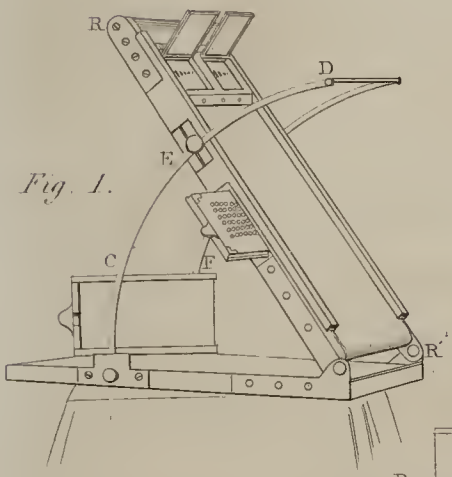


Fig. 2.

Fig. 4.

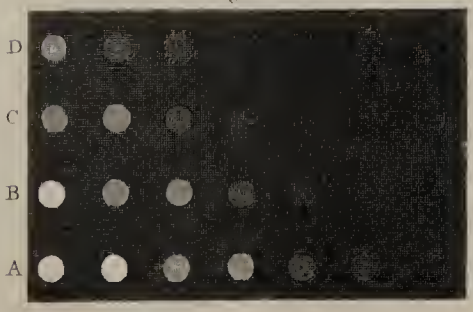


Fig. 5.

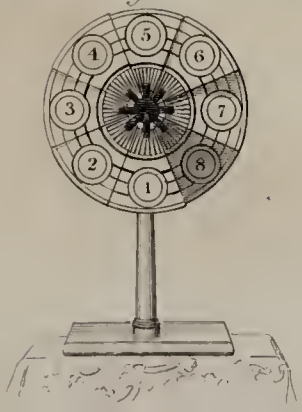
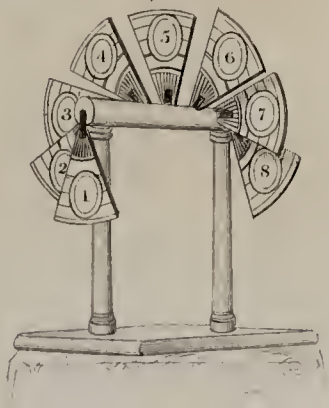


Fig. 6.



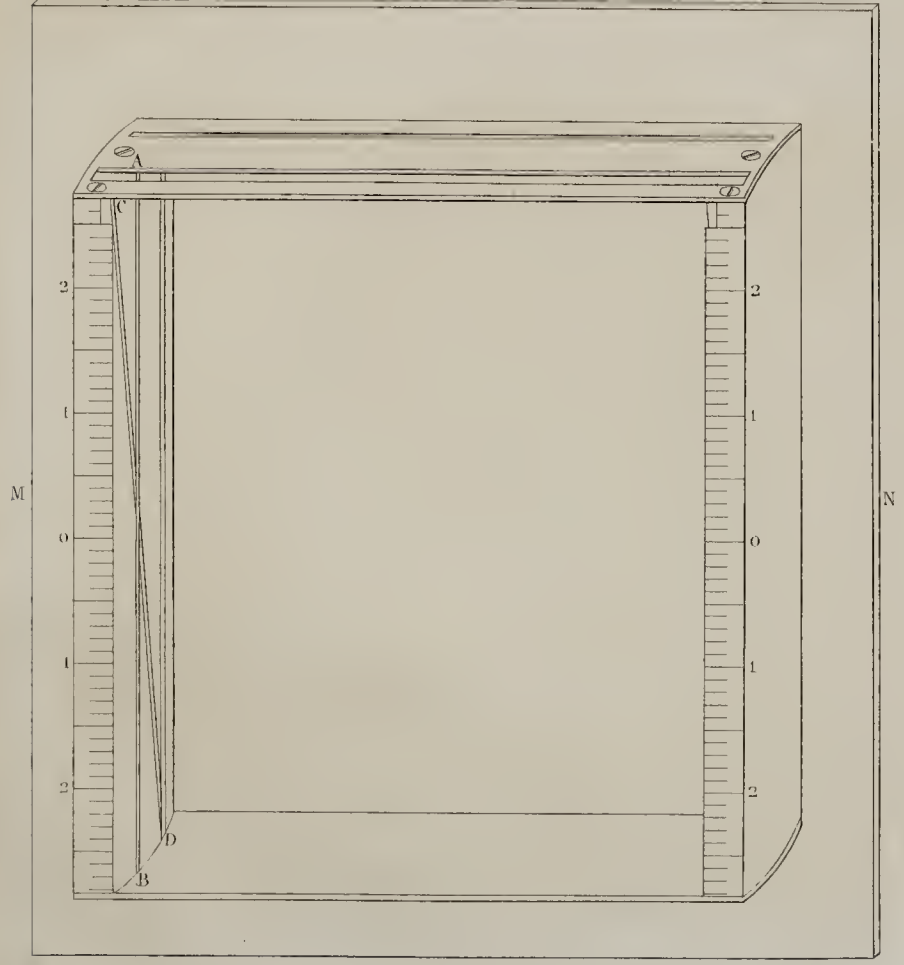
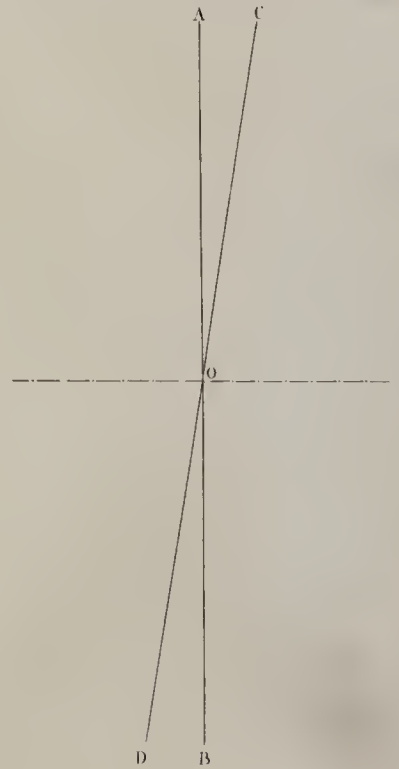


Fig. 3.

Fig 2.



5/73 NC IMP GEN

#h891